

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ В ВЫСОКОХРОМИСТЫХ ЧУГУНАХ

Ковзель М. А., Гребенева А.В.

Руководитель – проф., д.т.н. Куцова В. З..

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

root@lks.dp.ua

Литые высокохромистые чугуны с 30% хрома и выше зарекомендовали себя как материал, обладающий высоким уровнем сопротивления абразивному износу. Они часто применяются для изготовления деталей, которые работают в условиях повышенных температур, таких как тела размола, литые валки для горячей и холодной прокатки, калибры и оправки для прокатки труб. Малый срок службы деталей снижает экономическую эффективность многих машин и промышленного оборудования и приводит к безвозвратным потерям металла.

Одним из наиболее эффективных способов повышения эксплуатационных характеристик высокохромистых чугунов является термическое упрочнение. Известно, что свойства чугунных отливок могут быть улучшены за счёт термической обработки на бейнит в твёрдом состоянии. Однако, в настоящее время особенности промежуточного превращения аустенита в высокохромистых сплавах (с содержанием хрома 30%) в современной литературе освещены недостаточно. Тем не менее, следует отметить, что несмотря на достаточно большое количество работ, которые посвящены высокохромистым чугунам, в их подавляющем большинстве рассматриваются вопросы кристаллизации и структурообразования в процессе кристаллизации. Только незначительная часть работ посвящена возможностям термической обработки и фазовым структурным превращениям, которые происходят в твёрдом состоянии. В литературе довольно немногочисленны данные о влиянии состава и структуры на эксплуатационные свойства белых высокохромистых чугунов, а данные о механизме и особенностях промежуточного превращения в высокохромистых чугунах с высоким содержанием хрома практически отсутствуют.

Разработка новых, оптимальных для чугуна данного состава, режимов термического упрочнения требует тщательного экспериментального изучения закономерностей структурообразования, выявления взаимосвязи между параметрами термической обработки и формирующейся структурой с одной стороны, и характеристиками механических и служебных свойств с другой.

Таким образом, исследования, которые посвящены изучению закономерностей структурообразования в высокохромистых чугунах при различных режимах термической обработки с целью повышения их свойств, являются весьма актуальными и имеют большое практическое значение.

Объектом исследований в данной работе служили образцы высокохромистого чугуна 28Х32Н3Ф.

В данной работе изучена структура, фазовый состав, твердость, микротвердость структурных составляющих образцов высокохромистого чугуна 28Х32Н3Ф после термической обработки.

Закономерности структурообразования при термической обработке исследуемого чугуна изучали на образцах, подвергнутых аустенитизации при температуре 950 и 1050°C в течение 60 минут и изотермическим выдержкам в промежуточном интервале температур в соответствии с режимами, разработанными ранее для высокохромистых чугунов.

Наблюдается укрупнение вторичных избыточных карбидов, остаточный аустенит претерпевает распад на феррит, карбид хрома Cr_7C_3 и цементит Fe_3C . Наибольшей дисперсностью характеризуется структура чугуна после термической обработки при $T_{\text{ауст}}=1050^\circ\text{C}$ и $\tau_{\text{ауст}}=1\text{ч}$, $T_{\text{изот}}=350^\circ\text{C}$ ($\tau_{\text{изот}}=3\text{ч}$)

Методами оптической микроскопии невозможно наглядно показать наличие в структуре бейнита, поэтому в дальнейшем планируется провести электронномикроскопические исследования тонких фольг.

Термическая обработка исследуемого чугуна приводит к изменению его фазового состава. Различия в фазовом составе изученных чугунов после термической обработки заключается в изменении количественного соотношения остаточного аустенита и образовании феррита с различной степенью несовершенства. Карбидная составляющая во всех случаях представлена карбидами Cr_7C_3 и Fe_3C .

Аустенитизация при температуре 950°C и изотермическая выдержка в промежуточной области температур высокохромистого чугуна в исходном (литом) состоянии приводит к тому, что в структуре чугуна присутствует α -фаза, степень несовершенства ($\beta_{0,5}$) решетки которой мала – 0,43, параметр решетки α -фазы (a_α)–2,88. Наряду с этим в структуре чугунов, охлажденных с температуры 1050°C после изотермической выдержки в промежуточной области температур присутствует α -фаза, степень несовершенства ($\beta_{0,5}$) решетки которой высока: 0,64 – 0,76, а параметр решетки (a_α) этой α -фазы меняется в пределах 2,86–2,88, количество остаточного аустенита колеблется в пределах 30–40% в зависимости от температуры изотермической выдержки. Минимальное количество остаточного аустенита наблюдается в структуре чугунов термообработанных с температуры 950°C.

Максимальное количество остаточного аустенита (40%) фиксируется в результате аустенитизации при температуре 1050°C и изотермической выдержке в промежуточной области температур (350°C, $\tau_{\text{изот}}=3\text{ч}$).

Максимальную микротвёрдость продуктов распада аустенита обеспечивает изотермическая закалка литого высокохромистого чугуна при температуре аустенитизации 1050°C и изотермической выдержке 350°C в течение 3 часов. Снижение температуры изотермической выдержки до 250°C приводит к снижению микротвёрдости продуктов распада аустенита и эвтектического карбида, что обусловлено процессами перераспределения легирующих элементов.

Максимальной твёрдостью характеризуется чугун подвергнутый изотермической выдержке в промежуточной области температур при

охлаждении с температуры аустенитизации 1050°C и изотермической выдержке 350°C в течение 3 часов. В структуре этого образца присутствует большое количество метастабильного остаточного аустенита и α -фазы с высокой степенью несовершенства кристаллической решетки ($\beta_{0,5} \approx 0,76$), что и обеспечивает высокую твердость.

На основании полученных данных предложенный режим термической обработки является нецелесообразно проводить с изотермической выдержкой в течение 5 часов, поскольку это приведет к лишним энергозатратам на электроэнергию. Высокий уровень механических и эксплуатационных свойств этого материала наблюдается при изотермической выдержке в течение 3 часов.